

# 四粒级选煤工艺在邯郸洗选厂的应用

申瑞红

(冀中能源峰峰集团有限公司 邯郸洗选厂 河北 邯郸 056041)

**摘要:** 阐述了邯郸洗选厂四粒级选煤工艺的流程,说明流程具有选煤工艺精细化、控制技术数字化、技术装备国际化、先进技术集成化、组织生产简单化等特点。通过对无压三产品重介工艺和 CSS 粗煤泥分选机的单机检查试验分析了四粒级选煤工艺的运行效果,四粒级选煤工艺投入运行后,解决了大直径旋流器分选细粒煤差的问题,提高了旋流器的分选精度,精煤质量合格,实际产率为 58.88%,数量效率达 95.96%,可能偏差  $E_{p1}$ ,  $E_{p2}$  分别为 0.025, 0.055, 重介质吨原煤介耗仅为 0.65 kg; CSS 粗煤泥分选机最终精煤灰分控制在 9.00% 左右,平均精煤实际产率为 81.25%,数量效率达 98.52%,  $E_p$  为 0.07, 实现了 1.0 ~ 0.5 mm 的精确分选。最后说明四粒级选煤工艺具有脱泥、无压组合工艺,原煤四粒级分选工艺和煤泥两级浓缩两级回收联合工艺等关键技术,实现了煤炭分选过程的精细化,填补了国内空白。

**关键词:** 四粒级; 脱泥; 无压三产品重介旋流器; CSS 粗煤泥分选机; 可能偏差; 数量效率

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)06-0011-05

## Application of four size fraction coal preparation process in Handan coal preparation plant

SHEN Rui-hong

(Handan Coal Preparation Plant Jizhong Energy Fengfeng Group Co. Ltd. Handan 056041 China)

**Abstract:** The four size fraction coal preparation process in Handan coal preparation plant has remarkable technical characteristics such as sophisticated, digitized, international, integrated and simplified. Analyse its effect through carrying out the check tests for pressureless three-product dense medium cyclone and CSS coarse slime separator. Its operation helps large-diameter hydrocyclone better prepare fine coal, improve the separation precision of cyclone, obtain qualified clean coal. The practical yield is 58.88 percent, the quantity efficiency is 95.96 percent, the possible deviation  $E_{p1}$ ,  $E_{p2}$  is 0.025, 0.055, the medium consumption for each ton of raw coal is only 0.65 kg, the ash of final clean coal gotten by CSS coarse slime separator is around 9.00 percent, the average yield of clean coal is 81.25 percent, the quantity efficiency is 98.52 percent,  $E_p$  is 0.07, the coal ranging from 1.0 mm to 0.5 mm could be accurately separated. The process combining desliming, pressureless, four size fraction, slime two-stage concentration and two-stage recovery techniques can nicely separate coal.

**Key words:** four size fraction; deslime; pressureless three-product dense medium cyclone; CSS coarse slime separator; possible deviation; quantity efficiency

收稿日期: 2012-08-16 责任编辑: 白娅娜

作者简介: 申瑞红(1973—),女,河北邯郸人,工程师,毕业于中国矿业大学矿物加工工程专业,现任邯郸洗选厂生产指挥中心选煤技术研究所副主任。

引用格式: 申瑞红. 四粒级选煤工艺在邯郸洗选厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(6): 11-15.

邯郸洗选厂是中国自行设计安装的第一座大型矿区型炼焦煤选煤厂,年设计能力 150 万 t,于 1959 年 12 月投产,50 多年来,经过多次改造,技术装备水平不断提高。

1998 年,选煤厂采用跳汰粗选—重介精选—分级浮选的综合工艺流程,核定生产能力 3.50 Mt/a。随着矿井机械化开采程度的不断提高,入选原煤质量变差,煤泥含量升高,原工艺已无法满足选煤厂生产,主要表现为精煤产率低,质量不稳定,循环水量大<sup>[1-3]</sup>。因此,选煤厂实行精细化分选,提出四粒级选煤工艺,即脱泥无压三产品重介旋流器—CSS 粗煤泥分选—直接浮选—尾煤干燥成型工艺,经过半年多的技术改造,于 2011 年 9 月正式投产使用,

分为南北 2 个系统,年处理量 350 万 t。

## 1 四粒级选煤工艺流程及技术特点

### 1.1 工艺流程

四粒级选煤工艺采用选前脱泥重介分选工艺,脱泥筛筛孔孔径为 1 mm。50 ~ 1 mm 进入无压三产品重介旋流器,-1 mm 以 0.4 mm 为分级粒度采用分级旋流器水力分级后,1.0 ~ 0.4 mm 粗煤泥进入 CSS 分选机,0.400 ~ 0.125 mm 细煤泥进入浮选机分选,-0.125 mm 较细煤泥进入浮选柱分选,浮选机、浮选柱尾煤分别进入沉降过滤离心机和压滤成型工艺系统,实现粗、细煤泥高精度分选<sup>[4-5]</sup>。四粒级选煤工艺流程如图 1 所示。

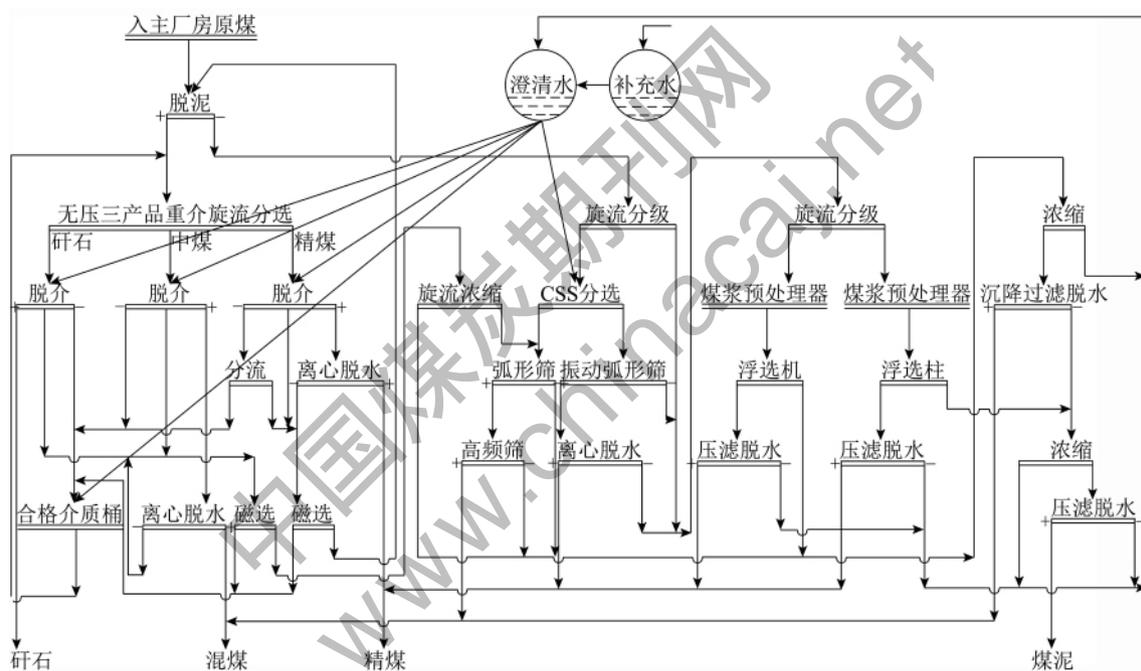


图 1 四粒级选煤工艺流程

### 1.2 技术特点

四粒级选煤工艺的应用实现了选煤工艺的现代化,主要具有如下技术特点:

(1) 选煤工艺精细化。1 ~ 50 mm 粒级脱泥无压三产品重介,1.0 ~ 0.4 mm 粗煤泥 CSS 分选,0.400 ~ 0.125 mm 煤泥浮选机分选,-0.125 mm 浮选柱分选,针对不同粒级的可选性,采用最合适的分选方法,缩小分选粒度范围,真正实现等 $\lambda$ 分选。

(2) 控制技术数字化。工艺操作参数全部实现数字化控制,工艺过程全部实现数字化计量,生产起停车实现闭环 PLC 控制。

(3) 技术装备国际化。采用澳大利亚、美国先

进设备和德国、日本先进控制技术。

(4) 先进技术集成化。采用先进工艺技术、设备、现场检测传感器和控制技术。

(5) 组织生产简单化。控制、视频、通讯、操作融为一体,为实行巡检制创造了最佳条件;组建全厂工业电视监控系统,搭建管理网络平台,建成了一套完整、技术先进、安全可靠的全厂调度监控系统。

## 2 四粒级选煤工艺运行效果

邯郸洗选厂自 2011 年 9 月全重介工艺顺利对接投产以来,经过近 1 a 的运行,基本达到设计要

求 取得较好效果。

(1) 脱泥香蕉筛筛孔孔径为 1 mm, 无压三产品重介旋流器分选下限为 1 mm 左右, 大直径旋流器分选细粒煤差的问题得到解决, 提高了旋流器的分选精度。试验证明, 实际分选密度为  $1.481 \text{ g/cm}^3$  时, 精煤灰分为 9.60%, 中煤损失 0.90% ( $-1.400 \text{ g/cm}^3$ ), 矸石零损失; 重介质消耗低, 吨原煤介耗仅为 0.65 kg。

(2) CSS 粗煤泥分选机分选精煤灰分稳定, 经振动弧形筛、煤泥离心机脱水后, 最终精煤灰分控制在 9.00% 左右,  $E_p$  为 0.07, 尾煤灰分达 68%~83%<sup>[6]</sup>。

(3) 浮选精煤灰分在 10.50% 以下, 浮选尾煤灰分在 55% 以上, 浮选精煤采用隔膜快速压滤机脱水, 水分在 20% 以下。

四粒级选煤工艺正式投入使用以来, 先后对重介系统、CSS 粗煤泥分选机进行了单机检查试验, 并对浮选入料分级旋流器做了大量工业试验, 确定了

最佳排口比(锥比), 为分级浮选后续作业创造了有利条件, 使企业效益最大化。

### 2.1 无压三产品重介工艺分选效果

正常生产情况下, 连续 8 h 采集 311 号无压三产品重介旋流器的入料、精煤、中煤、矸石, 并对 +0.5 mm 的 311 号入料、精煤、中煤、矸石进行浮沉试验, 评价其分选效果。结果表明, 脱泥后的入选原煤灰分为 31.85%, 经无压三产品旋流器分选后, 精煤质量合格, 实际产率为 58.88%, 数量效率达 95.96%, 可能偏差  $E_{p1}$ ,  $E_{p2}$  分别为 0.025, 0.055。各项指标均达到设计要求, 能够以单一悬浮液一次分选出符合质量要求的精煤、中煤、矸石 3 种产品。选煤厂 311 号无压三产品重介旋流器入料、产品浮沉试验结果见表 1, 一段、二段分配率计算表见表 2<sup>[7]</sup>。

根据表 1、表 2 绘制入选原煤可选性曲线及一段、二段分配曲线<sup>[8]</sup>, 具体如图 2、图 3 所示。

表 1 邯鄯洗选厂 311 号无压三产品重介旋流器入料、产品浮沉试验结果 %

密度级/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	入料		精煤			中煤			矸石		
	占本级	灰分	占本级	占全样	灰分	占本级	占全样	灰分	占本级	占全样	灰分
-1.30	9.74	4.88	15.18	8.94	4.62	0.65	0.10	0	0	0	0
1.30~1.40	40.82	8.98	70.35	41.42	9.46	0.59	0.09	13.05	0	0	0
1.40~1.50	11.70	16.32	14.21	8.37	15.26	8.62	1.36	21.83	0	0	0
1.50~1.60	3.14	27.90	0.24	0.14	25.95	22.62	3.58	26.72	0.02	0.01	0
1.60~1.80	3.95	40.40	0.02	0.01	54.35	33.57	5.31	39.26	0.05	0.01	43.18
+1.80	30.65	76.12	0	0	0	33.95	5.37	54.20	99.93	25.27	83.43
合计	100.00	31.85	100.00	58.88	9.60	100.00	15.83	39.58	100.00	25.29	83.39

表 2 一段、二段分配率计算表 %

平均密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	(中煤+矸石) 产率	计算原煤浮沉组成	一段分配率	二段分配率	矸石产率	计算中煤和矸石组成
1.25	0.10	9.04	0	0	0	0.10
1.35	0.09	41.52	0.22	0	0	0.09
1.45	1.36	9.73	14.02	0	0	1.36
1.55	3.59	3.73	96.21	0.14	0.01	3.59
1.70	5.33	5.34	99.78	0.24	0.01	5.33
1.90	30.65	30.64	99.96	82.46	25.27	30.65
2.00	41.12	100.00			25.29	41.12

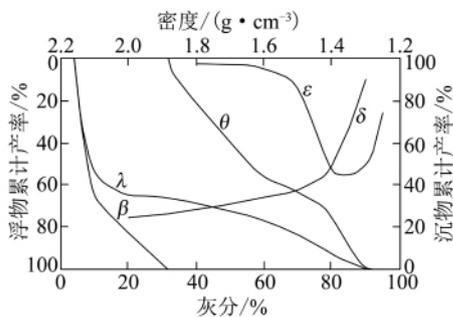


图 2 50~1 mm 入选原煤可选性曲线

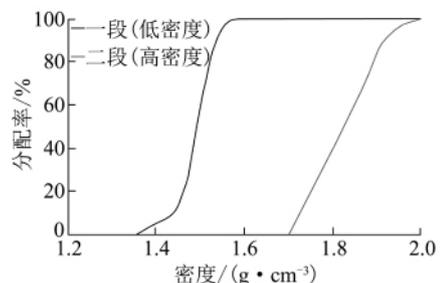


图 3 一段、二段分配曲线

由表1可知,除去-0.5 mm煤泥的合计灰分为9.60%,从图2可查出当灰分为9.60%时,理论精煤产率为61.36%,理论分选密度为 $1.495 \text{ g/cm}^3$ , $\delta \pm 0.1$ 含量除去+2.0  $\text{g/cm}^3$ 沉矸为23.83%,属较

难选煤<sup>[9]</sup>。经无压三产品旋流器分选后,精煤质量合格稳定,各项指标均达到较高水平。

无压三产品重介质旋流器工艺效能评定结果见表3。

表3 无压三产品重介质旋流器工艺效果评定<sup>[10]</sup>

设备参数										
型号及规格		入料煤种		入料粒度/mm		入料灰分/%		作业性质	处理能力/( $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$ )	试验时间/h
WTMC1200-850		肥煤+瘦煤		1~50		31.85		主选	674	48
分选产品						计算入料的可选性				
精煤		中煤		矸石		理论精煤产率/	理论分选密度/	$\delta \pm 0.1$ 含量/		
产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	%	$(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	%		
58.88	9.60	15.83	39.58	25.29	83.39	61.36	1.495	23.83		
均方差			实际分选密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )			分选效果				
			一段	二段		可能偏差 $E_p$	错配物/%	数量效率 $\eta$ /%		
1.33			1.490	1.827		一段 0.025 二段 0.055	5.6 19.2	95.96		

注《优质高效标准》规定含量 $\pm 0.1$ 含量为20%~30%时,全重介数量效率为91.00%。

## 2.2 CSS粗煤泥分选机分选效果

CSS单机检查试验在生产正常的情况下进行,连续8 h采集CSS入料、溢流精煤、底流尾煤,并对+0.5 mm入料、精煤、尾煤(+0.5 mm质量分数达70%以上)进行浮沉试验,评价其分选效果。结果表明,脱泥后的原生粗煤泥灰分为23.60%,经CSS分选后,精煤质量合格,南、北部平均精煤实际产率为81.25%,数量效率达98.52%,可能偏差 $E_p$ 为0.07,说明CSS对1.0~0.5 mm实现了精确分选<sup>[11]</sup>。北部CSS浮沉试验结果见表4,CSS粗煤泥主要分选指标见表5。

表4 北部CSS浮沉试验结果 %

密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	入料占本级		精煤占本级		尾煤占本级	
	产率	灰分	产率	灰分	产率	灰分
-1.30	41.77	5.28	41.50	4.20	0	8.88
1.30~1.40	38.15	9.80	53.18	9.12	1.20	11.72
1.40~1.50	7.63	20.42	4.54	17.62	5.40	21.78
1.50~1.60	2.81	32.88	0.65	22.20	7.00	33.40
1.60~1.80	2.41	51.80	0.13	26.88	6.70	46.45
+1.80	7.23	79.85	0	0	79.70	81.08
合计	100.00	15.45	100.00	7.57	100.00	64.95
煤泥	41.07	29.47	41.50	22.90	46.80	79.60
总计	100.00	21.21	100.00	13.93	100.00	71.81
总灰		23.60		15.12		71.28

表5 CSS粗煤泥主要分选指标

分选指标	南部CSS试验	北部CSS试验
精煤灰分/%	7.13	7.57
理论产率/%	78.50	86.00
实际产率/%	77.29	85.21
数量效率/%	98.46	98.57
不完善度 $I$	0.151	0.145
可能偏差 $E_p$	0.071	0.070
$\delta \pm 0.1$ 含量/%	40.0	57.0
均方差	2.51	2.38

## 3 四粒级选煤工艺关键技术及创新点

### (1) 脱泥、无压组合工艺

前瞻性地采用选前脱泥与无压给料工艺环节的有机结合,突破了常规的组合模式,可以充分发挥脱泥与无压给料2种工艺类型的优点,便于获得较好的分选效果。

### (2) 原煤四粒级分选工艺

先进的选煤工艺填补了国内空白,针对邯郸洗选厂末煤(尤其是煤泥)含量大的特点,采用了50~1 mm脱泥无压三产品重介质旋流器分选,1.0~0.4 mm CSS分选,0.400~0.125 mm浮选机浮选,-0.125 mm浮选柱浮选的4个粒级分选工艺,理念新颖,具有前瞻性,是选煤技术发展的一次革命。

### (3) 煤泥两级浓缩两级回收联合工艺

浮选机尾矿进入 702 号浓缩机,浮选柱尾矿进入 703 号浓缩机,粗细煤泥分别回收,回收粗颗粒尾煤掺入中煤产品,充分发挥了沉降过滤离心机和尾煤压滤机各自的优势,减少了煤泥落地量,既提高了企业经济效益,又减轻了环境污染。

## 4 结 语

四粒级选煤工艺自 2011 年 9 月在邯郸洗选厂一次试车成功以来,截止 2012 年 7 月累计入选原煤 285 万 t,各项工艺技术指标均达到设计要求。新工艺的投入使用极大地提高了邯郸洗选厂的生产工艺技术水平,简化了生产工艺,提高了分选效果,合理利用了宝贵的煤炭资源,具有显著的经济效益和社会效益。四粒级选煤工艺实现了煤炭分选过程的精细化,填补了国内空白,对入选原煤煤质波动大、煤泥含量高的炼焦煤选煤厂有很强的适用性和针对性,具有推广价值。

#### 参考文献:

[1] 陈建中. 选煤标准使用手册[M]. 北京: 中国标准出版社,

(上接第 10 页)

## 5 结 语

通过对平朔二号井选煤厂煤泥水处理系统的改造,浓缩机澄清水中悬浮物含量、上清液浊度均降低,减少了微小颗粒在浓缩机中的循环量,保证洗水浓度大大低于国家环保标准,减轻了浓缩机入料煤泥量的压力,达到了煤泥产出与系统生产平衡。但煤泥水处理系统仍然存在煤泥水分超标,过滤机压力低和黏土矿物难沉降<sup>[10-11]</sup>等问题,目前只能依据浓缩池煤泥情况,采取末煤系统阶段性生产或旁路,并对产品进行分堆存放的方式来满足当前的生产。对于风氧化煤及超细煤泥的加工处理仍是当前一个重要的课题,需要寻找更加合理、科学的煤泥水处理药剂,才能保证生产的正常进行。

#### 参考文献:

[1] 邓晓阳,周少雷. 选煤厂机械设备安装使用与维护[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2010.

1999.

[2] 邵燕祥,黄文峰,豆伟,等. 梁北选煤厂技术改造的实践[J]. 洁净煤技术 2009,15(3):30-32,66.

[3] 方存松,张明旭. 三产品旋流器在新庄改选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术 2005,11(4):19-20,55.

[4] 刘艳萍. 赵各庄矿选煤厂技术改造实践[J]. 洁净煤技术 2012,18(1):16-18.

[5] 苏素芳. 预先脱泥重介洗选工艺在邢台选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术 2012,18(3):4-6.

[6] 王正书,周学东. 粗煤泥分选工艺在安家岭选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术 2012,18(3):7-9.

[7] 竺筑筑,石彩祥. 选煤厂煤质分析与技术检查[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2004.

[8] 路迈西. 选煤厂技术管理[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2005.

[9] 谢广元,张明旭,边炳鑫,等. 选矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2001.

[10] 洪美玲. 某选煤厂三产品重介旋流器工艺性能分析[J]. 煤炭加工与综合利用 2012(1):35-37.

[11] 卫中宽. TBS 在张双楼选煤厂的应用[J]. 中国煤炭, 2008,34(3):65-66,69.

[2] 刘晓梅,刘炯天,吕鑫磊. 煤泥水处理药剂综述[J]. 洁净煤技术 2009,15(5):20-24.

[3] 李少章,朱书全. 细泥煤泥水凝聚与絮凝沉降[J]. 煤炭科学技术 2004,32(9):43-45.

[4] 徐志远,解祯,张旺,等. 平朔煤炭公司优化产品结构、严格质量管理的措施及效果[J]. 煤炭加工与综合利用 2007(6):32-36.

[5] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2005.

[6] 齐善祥. 加压过滤机在刘庄选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术 2012,18(3):13-16.

[7] 逯海峰,赵灿,周学东,等. 二号井选煤厂加压过滤机入料过滤性能试验[J]. 选煤技术 2011(6):11-13.

[8] 柴琳琳,郭宾宾,邢丛丛. 济三选煤厂粗煤泥截粗试验[J]. 洁净煤技术 2012,18(3):17-19.

[9] 贺建明. 矽石泥化性质对煤泥水沉降性能的影响[J]. 洁净煤技术 2012,18(5):6-9.

[10] 张明旭. 选煤厂煤泥水处理[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2005.

[11] 肖宁伟,张明青,曹亦俊. 选煤厂难沉降煤泥水水质及特点研究[J]. 中国煤炭 2012,38(6):77-79,93.